

MULTI-BEAM SEMICONDUCTOR LASER

Patent Number: JP3145779
Publication date: 1991-06-20
Inventor(s): HAYASHI HIROSHI
Applicant(s):: SHARP CORP
Requested Patent: ☒ JP3145779
Application Number: JP19890284456 19891031
Priority Number(s):
IPC Classification: H01S3/18
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE:To enable a semiconductor laser to oscillate stably in a lateral mode and to stably output beams of high power which are spatially adjacent to each other and different in wavelength by a method wherein active regions which are different from each other in forbidden band width and provided with an oscillation region provided with a current constriction structure and possessed of an effective refractive index difference respectively are provided, and a common electrode is provided between the adjacent active layers so as to be electrically connected to both of them.

CONSTITUTION:A multi-beam semiconductor laser of this design is provided with active layers 5 and 9 different from each other in forbidden band width and a cap layer 7 provided with a common electrode 18. Current construction layers 2 and 11 provided with grooves 3 and 12 of current constriction structure respectively are provided outside clad layers 4 and 10 respectively. Furthermore, an electrode 16 is provided outside the current constriction layer 11, and a clad layer 13 and an electrode 17 are provided outside the current constriction layer 11. The active layers 5 and 9 are made to function as oscillation regions 5a and 9a where there is an effective refractive index difference adjacent to the grooves 3 and 12. A current is made to flow between the electrode 16 and 18 and the electrodes 17 and 18 to obtain beams different from each other in wavelength.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A) 平3-145779

⑫ Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)6月20日

H 01 S 3/18

6940-5F

審査請求 未請求 願求項の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 マルチビーム半導体レーザ

⑮ 特 願 平1-284456

⑯ 出 願 平1(1989)10月31日

⑰ 発 明 者 林

寛

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社
内

⑱ 出 願 人 シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

⑲ 代 理 人 弁理士 青山 葆

外1名

明 細 書

1. 発明の名称

マルチビーム半導体レーザ

2. 特許請求の範囲

(1) 電流分布特性を所望実効面平均値が設けられた発光領域をそれぞれ有すると共に、該領域が互いに異なる複数の形状と、

隣り合う発光領域の間に設けられ、上記隣り合う発光領域の双方に通電可能な共通電極を有するキャップ層を備えたことを特徴とするマルチビーム半導体レーザ、

3. 発明の詳細な説明

<効果上の利便分析>

この発明は、光ディスクシステム等の光路に用いられるマルチビーム半導体レーザに関する。

<従来の技術>

光ディスクシステム、例えば光記憶用光ディスク、画像型光ディスクまたは相変光光ディスク等において、ヒートモードの光記録方式を用いる場合、記録面温度を高めるために、2次元配列の素列

素列や2ビームオーバーライト等の手法が用いられ、システムの冗雑として増設モードを安定化したマルチビーム半導体レーザが使用される。従来、マルチビーム半導体レーザとしては、第5図乃至第7図に示すようなものがある。第5図に示すマルチビーム半導体レーザは、半導体基板50上に同時形成され、メサ構造51aによって互いに分離された3個のV型溝51b(Vチャネルド・サウス・ストライプ・インナー・ストライプ)レーザ51を備えている。そして、各V型溝51bレーザ51の電極52と共通電極53に通電することによって、クラッド層54、55に設けられた誘電層55の発光領域55aでレーザ発振させて発光させるようにしている。なお、52、53はそれぞれ発振の極モードを安定させ、実効面平均値を生じさせる電流分布図と符号を示している。57はキャップ層である。

第6図に示す半導体レーザは、いわゆるTJS(トランスバース・ジャンクション・ストライプ)レーザであって、半導体基板60上に発光領域65とこれを挟むクラッド層64、65とからなる3、

道幅 61 を 3 回照射した後、図中に斜線で示す領域 62 に 2 回照射を行っている。そして、各活性層 63 のうち上記 2 回照射領域 62 と非照射領域との間の遷移領域をそれぞれ発振領域 64 とし、各 3 要素 61 に設けた副電極 68 と、共通電極 69 に近接することによって、レーザ発振させて発光させるようにしている。

図 7 図に示すマルチビーム半導体レーザは、2 個の VLS レーザチップ 71, 81 を使用している。各チップ 71, 81 が出力するビームを空間的に近接させるために、それぞれ発振領域 75 a, 85 a を内側とする一方、基板 72, 82 を外側に配置して、各活性層 75, 85 がヒートシンクから離開した状態(以下「ジャンクション・アップ」と称す)で実装している。そして、リードフレーム 80, 90 を通して各チップ 71, 81 に通電して電接した 2 つのビームを発光するようにしている。

〈発明が解決しようとする課題〉

ところで、光ディスクシステムにおいて、ホトノモードの光記録方式が用いられる場合、システ

ムの光源として、空間的に近接した複数の異なる波長のビームを出力できることが要求される。しかしながら、第 5 図に示したマルチビーム半導体レーザは、各 VLS レーザ 51 の発振領域 55 を同時に形成しているため、発振波長が同一となり、このため、上記光源として使用することができない。一方、第 6 図に示した VLS レーザは、各活性層 65 を形成する際にその相対位置を変えておくことによって、波長が異なる複数のビームを容易に発生させることができる。しかしながら、この VLS レーザは、チップ製造上、2 回照射する際の照射の制御が難しいという問題があり、また、動作時に、近接している活性層 65 の同士が共振に伴う発熱によって相互にレーザ発振に影響し合う(以下、「熱的相互作用」という)ため、安定に高出力ビームを発生させることができないという問題がある。第 7 図に示したマルチビーム半導体レーザは、各レーザチップ 71, 81 を波長が異なるものとすることによって、容易に多波長とすることができ、さらに、71, 81 を別チップで構成

しているためレーザ発振の熱的相互作用を小さくすることができる。しかしながら、2 個のチップ 71, 81 をジャンクション・アップでアセンブリしているため、動作時に、発振領域 75 a, 85 a に生ずる熱を効果的に逃がすことができず、上記 VLS レーザと同様に、安定に高出力ビームを発生させることができないという問題がある。また、ビームを空間的に近接させるためには、アセンブリの際に両チップ 71, 81 を高精度に位置合わせし近接させることが要求されるので、アセンブリが極めて難しいという問題がある。

そこで、この発明の目的は、レーザ発振のモードを安定化でき、空間的に近接した波長が異なる複数のビームを安定に高出力で発生させることができ、しかも容易に製造することができるマルチビーム半導体レーザを提供することにある。

〈課題を解決するための手段〉

上記目的を達成するために、この発明のマルチビーム半導体レーザは、電流密度分布を伴う実効発振率差が付けられた発振領域をそれぞれ有する

と共に、解調幅が互いに異なる複数の活性層と、隣り合う活性層の間に設けられ、上記隣り合う活性層の双方に通電可能な共通電極を有するキャップ層を備えたことを特徴としている。

〈作用〉

各活性層の発振領域は電流密度分布を伴う実効発振率差が付けられているため、レーザ発振のモードが安定化する。また、複数の活性層の解調幅が互いに異なるので、波長の異なる複数のビームが得られる。さらにこれらの活性層の間にキャップ層を一体に設けて 1 チップにすることによって、空間的に近接したビームが得られる。ビーム間の距離は各層の厚さによって容易に調整される。また、このように 1 チップにすることによって、各活性層の発振領域の小さくとも 1 つは共振波長の短い基板よりもヒートシンク側となって、ヒートシンクに接した状態(以下、「ジャンクション・ダウン」と称す)でアセンブリされる。したがって、動作時に、上記発振領域の熱が効果的に消散されてレーザ発振の熱的相互作用が低減され、安定に

特開平 3-145779(3)

高出力ビームが得られる。また、このマルチビーム半導体レーザは、制御回路な成装を行なうことなく、活性層とキャップ層を順次積層することによって容易に製造される。しかし、1チップで構成できるのでアセンブリも容易となる。

〈実施例〉

以下、この発明のマルチビーム半導体レーザを実施例により詳細に説明する。

第1図は第1の実施例のマルチビーム半導体レーザを示し、第2図(a),(b)はその製造途中の状態を示している。

第1図に示すように、このマルチビーム半導体レーザは、非制御層が互いに異なる2つの活性層5および9と、共通電極18を有するキャップ層7を備えている。上記活性層5,9のそれぞれの両側にクラッド層4,6;クラッド層8,10を設けている。クラッド層4,6の外側に電流拡散構造としてのV溝3,12を有する電流拡散層2,11を設けている。さらに、電流拡散層2の外側にP型GaAsからなる基板1を挟んで電極13を

設ける。一方、電流拡散層11の外側にクラッド層13,キャップ層14を挟んで電極17を設けている。

このマルチビーム半導体レーザは次のようにして作製する。第2図(a)に示すように、まず、厚さ100μmのP型GaAs基板1の片面にn型電流拡散層2を設け、電流拡散層2にこの断面に垂直な方向にストライプ状な深さV溝3を形成する。そして、液相エピタキシャル成長法によってそれぞれP型Al_{0.15}Ga_{0.85}As、P型Al_{0.15}Ga_{0.85}As、n型Al_{0.15}Ga_{0.85}Asからなるクラッド層4,活性層5、クラッド層6およびキャップ層7を順次積層する。なお、キャップ層7は、共通電極18を設ける必要上、厚みを5~10μmと厚くしている。また、コンタクト抵抗を下げるように活性層5をn型GaAsとしている。次に、第2図(b)に示すように、例えばMOCVD(有機金属化学気相成長)法によって、それぞれAl_{0.15}Ga_{0.85}As、n型Al_{0.15}Ga_{0.85}As、P型Al_{0.15}Ga_{0.85}Asからなるクラッド

層8,活性層9,クラッド層10,電流拡散層11を順次積層し、電流拡散層11にこの断面に垂直な方向に上記V溝3に沿ってストライプ状のV溝12を形成する(セルフアライン構造)。次に第1図に示すようにそれぞれP型Al_{0.15}Ga_{0.85}As、n型GaAsからなるクラッド層13,キャップ層14を積層した後、P型GaAs基板1側からキャップ層7内に通る凹部15をエッチングにより形成して、凹部15の底部に共通電極18を設ける。さらに、P型GaAs基板1,キャップ層14の外側にそれぞれ電極16,17を設ける。このようにして作製したチップを電極17がヒートシンクに接するようにアセンブリして発熱領域9側をジャンクション・ダウンで実装する。

上記活性層5,9は、それぞれV溝3,12の近傍が其効励起率が設けられた発熱領域5a,9aとして動作するため、レーザ発振の波モードを安定化させることができる。また、活性層5,9のAl組成比を変えて非制御層を異なるものとしているため、電極16,18間,電極17,18間に

逆電することによって7よりμm,830nmの波長が異なる2つのビームを得ることができる。ビーム間の距離はキャップ層7の厚みを変えて形成することによって容易に調節できる。また、発熱領域9側をジャンクション・ダウンで実装しているため、レーザ発振の熱的崩壊作用を低減することができる。したがって安定に高出力ビームを発生させることができる。また、第6図に示した従来のTJ Sレーザと異なり、制御回路な成装を行っていないので容易に製造することができる。1チップで構成しているのでアセンブリも容易となる。

第3図は第2の実施例のマルチビーム半導体レーザを示し、第4図(a),(b),(c)はその製造途中の状態を示している。

第3図に示すように、このマルチビーム半導体レーザは、非制御層が互いに異なる活性層27および31と、共通電極40を有するキャップ層29を備えている。上記活性層27,31のそれぞれの両側にクラッド層26,28;クラッド層30,32を設けている。さらに、クラッド層26,3

特開平 3-145779(4)

2の外側に電流発生構造としてのV溝25,34を有する電流発生層24,33を設けている。電流発生層24の外側にP型GaAs層23を挟んで電極39を設ける一方、電流発生層33の外側にクラッド層35、キャップ層36を挟んで電極38を設けている。なお、第1の実施例に対して、P型GaAs基板1の代わりにP型GaAs層23を設けた点と異なっている。

このマルチビーム半導体レーザは次のようにして作製する。第4図(a)に示すように、まず厚さ100μmのP型基板21の片側に、この基板21を半導体でエッチングして除去する際にエッチングを停止させるためのAl_{0.1}Ga_{0.9}Asからなる停止層22を設け、続いてP型GaAs層23、N型電流発生層24を積層する。次に、第4図(b)に示すように、第1の実施例と同様にV溝25を形成した後、液相エピタキシャル成長法により、それぞれP型Al_{0.1}Ga_{0.9}As、P型Al_{0.1}Ga_{0.9}As、Al_{0.1}Ga_{0.9}As、厚さ100μmのP型GaAsからなるクラッド層26、通電層27、クラッド層28および厚さ100μmのキャップ層29を順次積層する。次に、第4図(c)に示すように、上記基板21および停止層22をエッチングして除去する。そして、第1の実施例と同様に、それぞれP型Al_{0.1}Ga_{0.9}As、P型Al_{0.1}Ga_{0.9}Asからなるクラッド層35、キャップ層36を積層した後、キャップ層36側からキャップ層29内にある凹部37をエッチングにより形成して、凹部37の底面に共通電極40を設ける。さらに、P型GaAs層23、キャップ層36の外側にそれぞれ電極39,38を設ける。そして、このようにして作製したチップを電極39または38がヒートシンクに接するようにアセンブリする。すなわち発光領域31または27のいずれかをジャンクション・ダウンで実装する。

- 11 -

このようにした場合、第1の実施例と同様に、レーザ発光のモードを安定化させることができる。また、空腔内に近接した成長が異なる2つのビームを安定に両出力で発出させることができる。しかも、凹部37をエッチングにより形成する際に、凹部が大いキャップ層29内でエッチングを停止すれば良いので、さらに容易に製造することが出来る。

第8図は第3の実施例のマルチビーム半導体レーザを示し、第9図(a)～(c)はその製造途中の状態を示している。第8図の101～107は第1図の1～7と同じ構成であり、2つの通電層105と109と共通電極118を有するキャップ層107を備えている。高抵抗109の近傍にはリッジ部114以外の領域に存在する電流発生層111により通電領域をリッジ部に限定するとともに発光抑制層を設けている。

このマルチビームレーザは次のようにして作製する。第9図(a)は第1図(a)と全く同じであり説明を省略する。第9図(b)に示すように、例えばM

OCVD法によってそれぞれAl_{0.1}Ga_{0.9}As、P型Al_{0.1}Ga_{0.9}As、P型Al_{0.1}Ga_{0.9}As、Al_{0.1}Ga_{0.9}Asからなるクラッド層108、通電層109、クラッド層110を順次積層し、この断面に垂直な方向にV溝103に沿うストライプ状のリッジ114を形成する。次に第9図(c)に示すように、リッジ部114以外の領域にAl_{0.1}Ga_{0.9}As電流発生層111を積層する。この方法として、リッジ114上に成長阻止膜を設けてもよいし、全面成長後にリッジ上のみ選択的にエッチング除去することも可能である。その後第9図に示すように、P型GaAsキャップ層112を積層し、P型GaAs基板側からキャップ層107に至る凹部115をエッチングにより形成して凹部115の底面に共通電極118を設ける。またP型GaAs基板101、キャップ層112の外側にそれぞれ電極116,117を設ける。このようにして作製したチップを電極117がヒートシンクに接するようにアセンブリして発光領域109側をジャンクション・ダウンで実装する。第3の実施例の場合、第1の実

- 12 -

OCVD法によってそれぞれAl_{0.1}Ga_{0.9}As、P型Al_{0.1}Ga_{0.9}As、P型Al_{0.1}Ga_{0.9}As、Al_{0.1}Ga_{0.9}Asからなるクラッド層108、通電層109、クラッド層110を順次積層し、この断面に垂直な方向にV溝103に沿うストライプ状のリッジ114を形成する。次に第9図(c)に示すように、リッジ部114以外の領域にAl_{0.1}Ga_{0.9}As電流発生層111を積層する。この方法として、リッジ114上に成長阻止膜を設けてもよいし、全面成長後にリッジ上のみ選択的にエッチング除去することも可能である。その後第9図に示すように、P型GaAsキャップ層112を積層し、P型GaAs基板側からキャップ層107に至る凹部115をエッチングにより形成して凹部115の底面に共通電極118を設ける。またP型GaAs基板101、キャップ層112の外側にそれぞれ電極116,117を設ける。このようにして作製したチップを電極117がヒートシンクに接するようにアセンブリして発光領域109側をジャンクション・ダウンで実装する。第3の実施例の場合、第1の実

- 13 -

- 538 -

14-

特開平 3-145779(5)

施例と同様の動作をさせることができる上に、発振領域100aから離れた部分(114)でエッチング加工、形成膜をけるため、素子の信頼性が向上する。

〈発明の効果〉

以上より明らかなように、この発明のマルチビーム半導体レーザは、電流渡り構造を伴う異物留断要素が設けられた発振領域をそれぞれ有すると共に、異物留断が互いに異なる複数の活性層と、隣り合う活性層の間に設けられ、上記隣り合う活性層の双方に電流可能な共通電極を有するキャップ層を備えているので、レーザ発振の波長を安定化でき、空間的に近接し波長が異なる複数のビームを安定に高出力で発生させることができる、しかも容易に製造することができる。

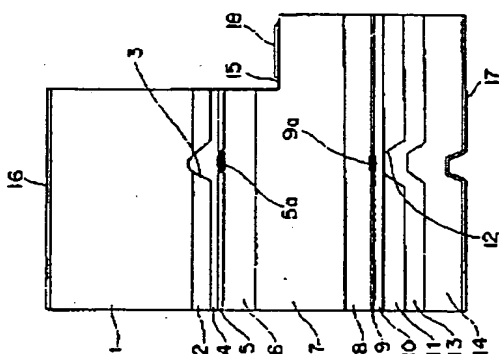
4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の第1の実施例のマルチビーム半導体レーザを示す図、第2図(a)乃至(b)は上記マルチビーム半導体レーザの製造途中の状態を示す図、第3図はこの発明の第2の実施例のマル

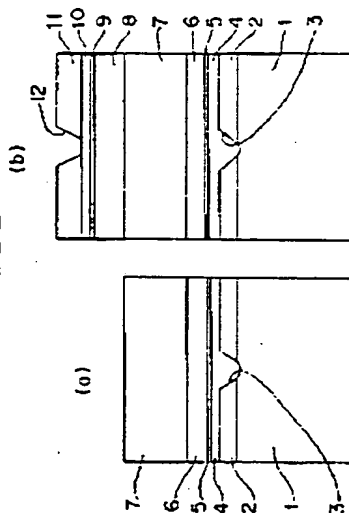
チビーム半導体レーザを示す図、第4図(a)乃至(c)は上記マルチビーム半導体レーザの製造途中の状態を示す図、第5図、第6図、第7図はそれぞれ従来のマルチビーム半導体レーザを示す図、第8図はこの発明の第3の実施例のマルチビーム半導体レーザを示す図、第9図(a)乃至(c)は上記マルチビーム半導体レーザの製造途中の状態を示す図である。

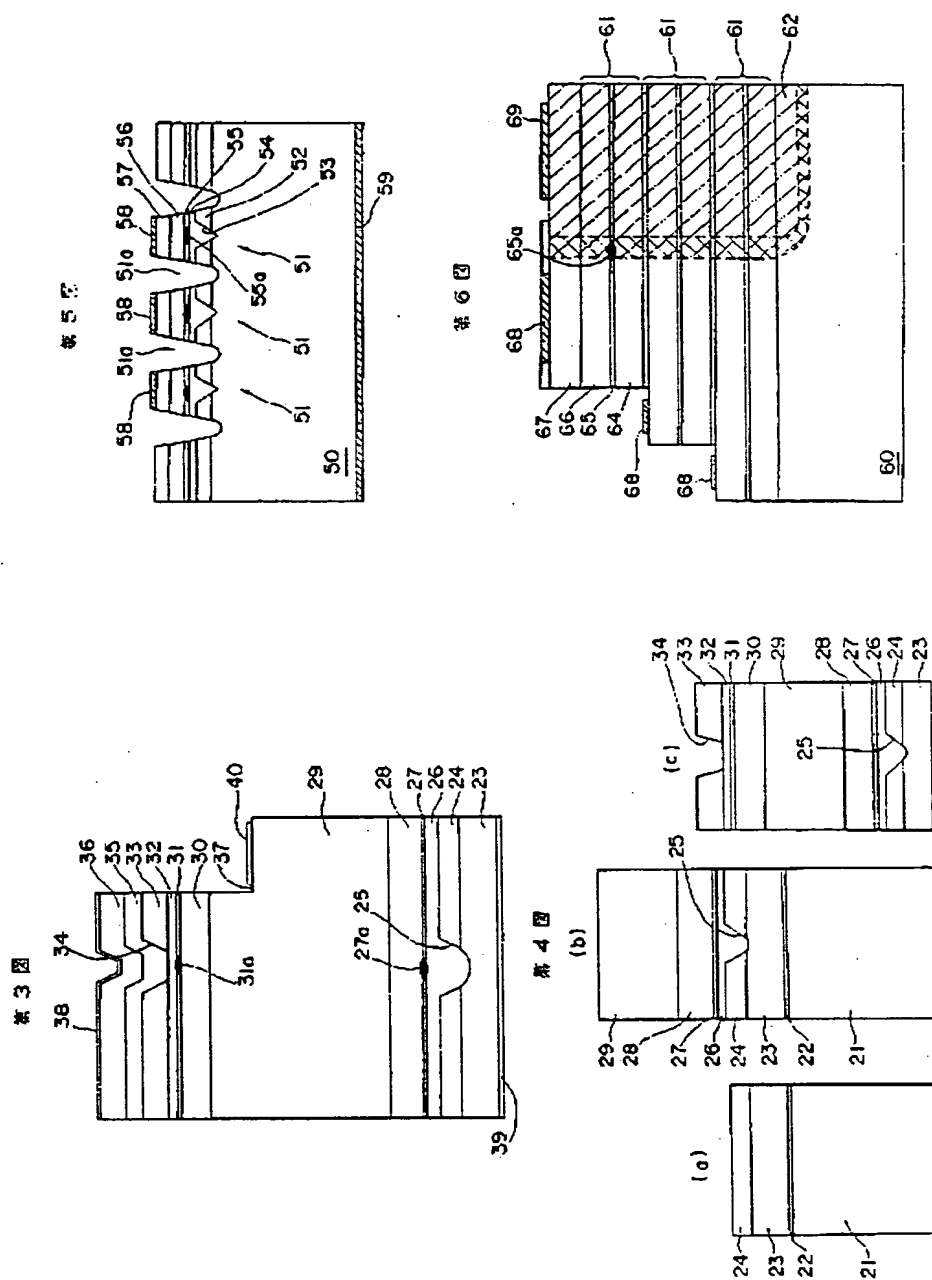
- 1, 2, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000

第1図

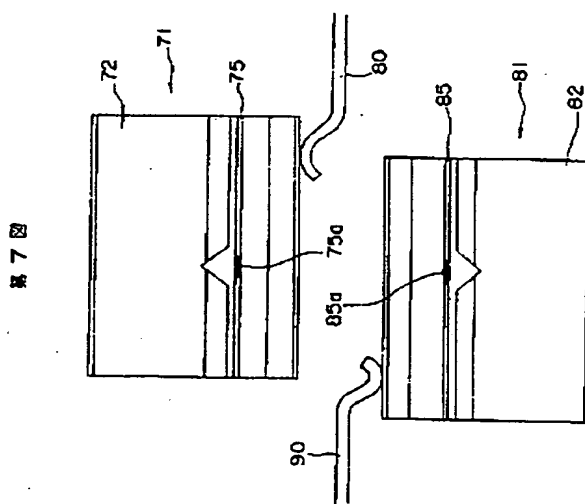
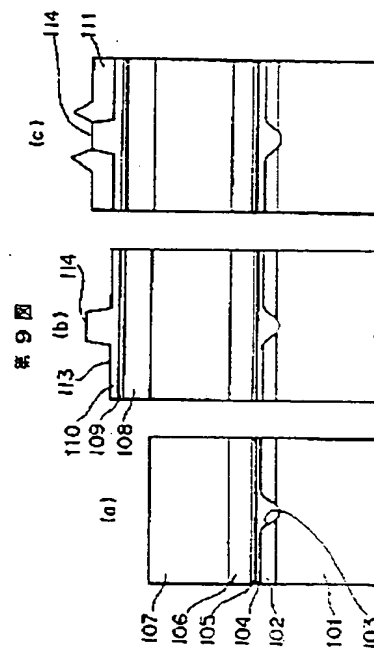
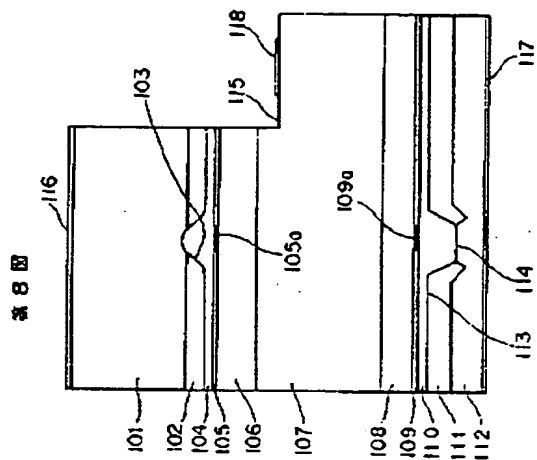


第2図





特開平 3-145779(7)



THIS PAGE BLANK (U8PT0)